

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

SEMINARSKI RAD

UGROŽENOST TRPOVA
ENDANGERNESS OF SEA CUCUMBERS

Lana Flanjak

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

Undergraduate study Environmental sciences

Mentor: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ

1. Uvod	3
2. Ekologija trpova	3
2. 1. Bioturbacija	3
2. 2. Pročišćavanje sedimenta.....	4
2. 3. Recikliranje nutrijenata	5
2. 4. Utjecaj na kemijska svojstva okolne vode.....	6
3. Iskorištavanje trpova u svijetu.....	7
4. Iskorištavanje trpova na području Sredozemnog mora	9
5. Iskorištavanje trpova na području Jadrana	10
6. Metodologija praćenja stanja trpova	11
7. Literatura	14
8. Sažetak	16
9. Summary	16

1. Uvod

Trpovi (Holothuroidea) koji pripadaju razredu bodljikaša (Echinodermata) su značajni organizmi u zajednicama bentičkih morskih beskralježnjaka, a rasprostranjeni su u većini svjetskih mora i oceana. Njihova biologija, ekologija i bihevioralni obrasci imaju značajan utjecaj na zajednice organizama i fizikalno-kemijske procese morskog dna koje nastanjuju. Komercijalno eksploatirani trpovi, koji pripadaju redovima Aspidochirotida i Dendrochirotida, omogućuju prihode milijunima ribara i ribolovnoj industriji u svijetu i predstavljaju važnu namirnicu i specijalitet, pogotovo u Indo – pacifičkoj regiji zemalja. Na godišnjoj se razini i na internacionalnom tržištu trguje s otprilike 10,000 t sušenih trpova, a za tu količinu za ugrubo procjenjuje da je potrebno oko 200 milijuna jedinki izdvojenih iz morskih ekosustava svake godine (Purcell i sur. 2013). Budući da te količine nisu zanemarive, vrlo važan objekt istraživanja je ekologija eksploatiranih vrsta upravo zbog činjenice što njihova abundancija može biti uvelike izmjenjena ribolovom. To posljedično uvjetuje i promjene u ekosustavu koje mogu utjecati na ostale vrste i sama staništa (Purcell i sur. 2016).

2. Ekologija trpova

2. 1. Bioturbacija

Bioturbacija (lat. *turbatio*) je proces koji se odnosi na preradu, miješanje i pomicanje slojeva sedimenta i materijala aktivnošću organizama (Purcell i sur. 2016). Bioturbacija sedimenata koraljnih grebena, laguna, livada morskih cvjetnica i staništa pjeskovitog morskog dna ima brojne fizikalno – kemijske učinke na rahljenje sedimenta i sadržaj vode, kemijske gradijente u pornoj vodi, sastav čestica u gornjim slojevima sedimenta i stope remineralizacije i kruženja anorganskih hranjivih tvari (Reise 2002, Lohrer i sur. 2004). Koncentracije kisika u sedimentu se povećavaju razmjerno s propusnošću i poroznošću sedimenta. To se također događa kada bioturbacijom materijali iz dubljih slojeva dolaze na površinu i stupaju u interakciju s kisikom u vodenom stupcu (Solan i sur. 2004). Biološke posljedice takvih procesa jesu povećanje stope primarne proizvodnje, povećanje biološke raznolikosti infaune i biomase infaunalne zajednice (Solan i sur. 2004).

Vrsta	Stanište	Referenca
<i>Actinopyga miliaris</i>	Pjeskovito dno oko koraljnih grebena	Purcell i sur. (2012)
<i>Actinopyga spinea</i>	Pjeskovito dno oko koraljnih grebena, livade morskih cvjetnica, lagune koraljnih grebena	Purcell i sur. (2012)
<i>Anthyonidium chilensis</i>	Pjeskovita ili stjenovita intertajdalna staništa	Guisado i sur. (2012)
<i>Bohadschia argus</i>	Meki sediment koraljnih laguna	Purcell i sur. (2016)
<i>Bohadschia marmorata</i>	Muljeviti pijesak livada morskih cvjetnica	Yamanouti (1939, 1956), Clouse (1997)
<i>Bohadschia vitiensis</i>	Lagune koraljnih grebena	Yamanouti (1939, 1956), Conand i sur. (2010)
<i>Holothuria arenicola</i>	Lagune koraljnih grebena	Pawson & Caycedo (1980), Hammond (1982)
<i>Holothuria isuga</i>	Lagune koraljnih grebena	Purcell i sur. (2016)
<i>Holothuria lessoni</i>	Pjeskovito dno oko koraljnih grebena, livade morskih cvjetnica, lagune koraljnih grebena	Conand (1990)
<i>Holothuria scabra</i>	Pjeskovito dno oko koraljnih grebena, livade morskih cvjetnica	Yamanouti (1939, 1956), Conand (1990), Mercier i sur. (1999, 2000), Purcell i sur. (2012)
<i>Holothuria spinifera</i>	Priobalna pješčana staništa	Purcell i sur. (2012)
<i>Parastichopus regalis</i>	Pješčana i kršovita dna	M. González-Wangüemert

Tablica 1. – Komercijalno iskorištavane vrste trpova sa značajnom bioturbacijskom ulogom u zajednicama

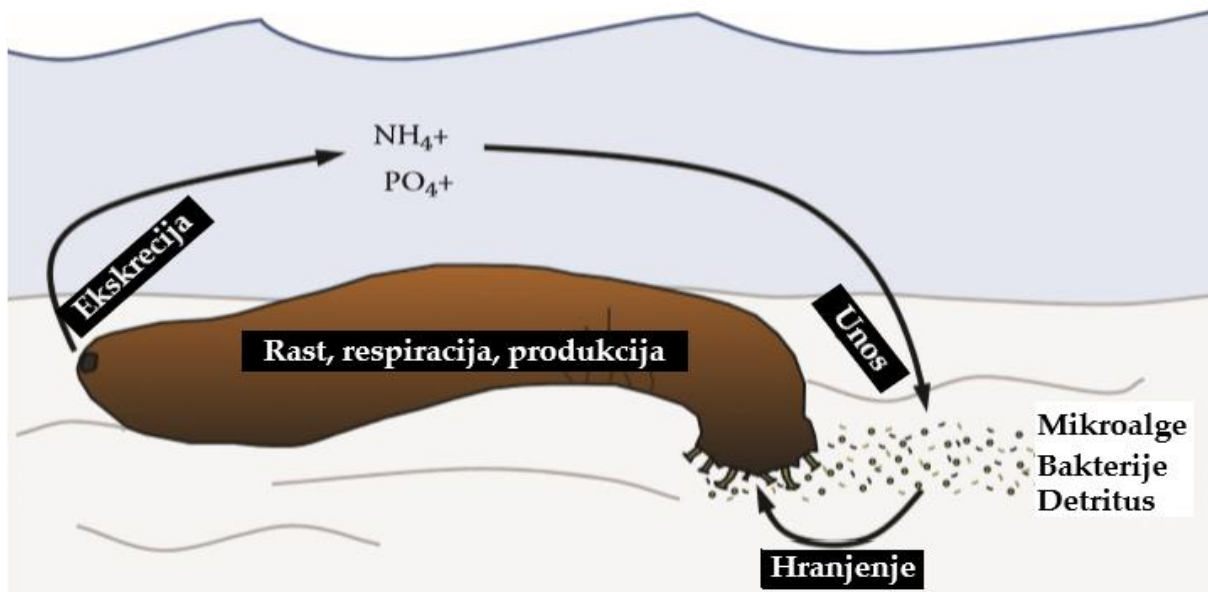
2. 2. Pročišćavanje sedimenta

Gotovo svi trpovi reda Aspidochirotida su detritivori koji se hrane organskim detritusom pomiješanim s pijeskom i muljem u gornjih par milimetara sedimenta, a defeciraju "pijesak" koji je manje bogat organskim tvarima nego onaj koji su ingestirali (Mercier i sur. 1999). Ekološki doprinos detritivora važan je utoliko što njihov prehrambeni obrazac ima značajnu ulogu u regeneraciji i mineralizaciji površinskih sedimenata. Uglavnom probavljaju bakterije, cijanobakterije, propadajuću biljnu materiju (npr. morsku travu i alge), neke dijatomeje,

foraminifere, gljivice i druge organske tvari koje čine detritus (Yingst 1976, Moriarty 1982, Uthicke 1999, MacTavish i sur. 2012). Sedimenti defecirani od strane pripadnika Holothuroidea su u pravilu siromašniji u udjelu organske tvari od onog koji su konzumirali, iz čega se može zaključiti da "pročišćavaju sediment". Prolazak sedimenta probavnim sustavom trpova olakšava bakterijsku razgradnju preostale organske tvari (MacTavish i sur. 2012). Važno je napomenuti da je količina sedimenta unesena i obrađena po jedinki godišnje izrazito velika, iznosivši 9 – 82kg (Mangion i sur. 2004), pa se njihova uloga u čišćenju sedimenata može smatrati ekstenzivnom.

2. 3. Recikliranje nutrijenata

"Recikliranje" organske tvari je jedna od glavnih funkcija koju trpovi u ekosustavu vrše. Probavljanje dušikom bogatih spojeva (proteini i sl.) dovodi do konverzije organskog dušika u anorganski, u kakvom ga obliku rabe primarni proizvođači. Jednako kao i većina morskih beskralježnjaka, Holothuroidea ekskretiraju anorganski dušik u obliku amonijaka. Male količine fosfata se također ekskretiraju. U okolišima koraljnih grebena se utvrdilo da hranjive tvari koje oslobađaju komercijalno iskorištavni trpovi povećavaju produktivnost primarnih proizvođača. Kroz razne pokuse vršene u akvarijima i na terenu uočeno je da zajednice mikrofitobentosa povećavaju produktivnost u neposrednoj blizini Holothuroidea (Uthicke i Klumpp, 1997,1998). Zanimljivo je opaziti da su iste zajednice mikroalgi jedan od glavnih izvora hrane trpovima.



Slika 1. – Recikliranje nutrijenata. Otopljeni fosfati i nitrati izlučeni od trpova u okolnu vodu mogu biti apsorbirani od strane koralja, mikroalgi, bakterija kojima se opet hrane trpovi i ostali detritivori. Time se zatvara reciklažni krug u ekosustavima.

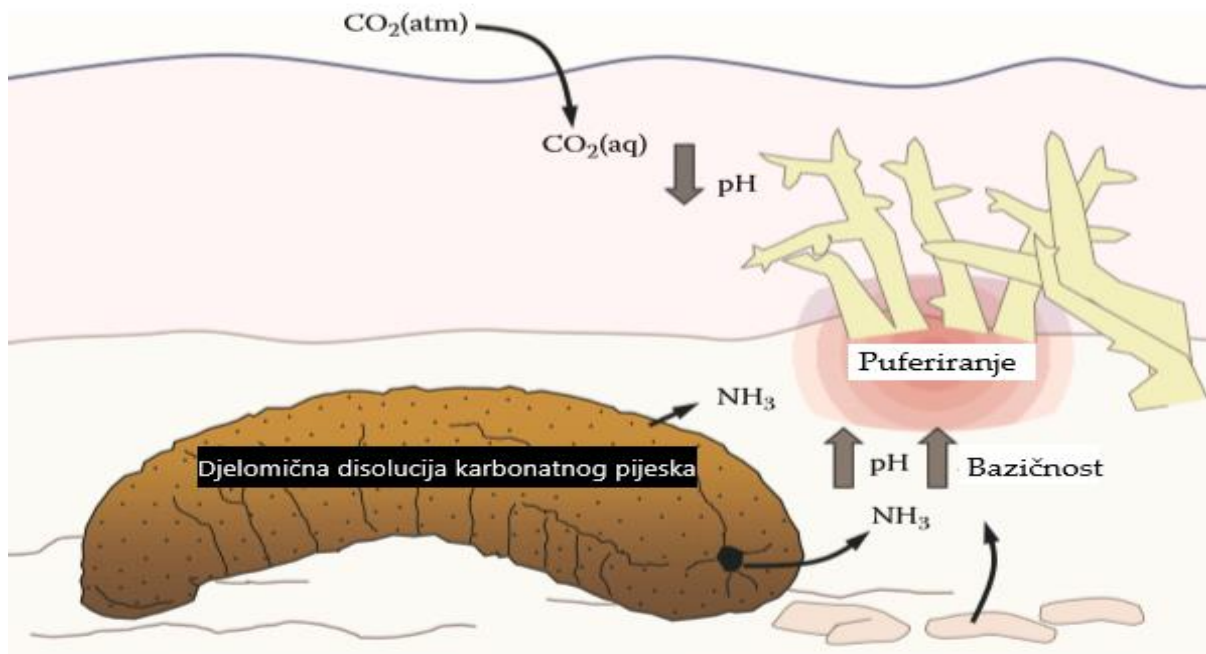
2. 4. Utjecaj na kemijska svojstva okolne vode

U ekosustavima koraljnih grebena dominiraju pjeskovita dna koja se uglavnom sastoje od sedimenta građenog od kalcijevog karbonata (CaCO_3) iz skeleta kalcificirajućih organizama. Istraživanja nalažu da nekoliko vrsta aspidochirotidnih trpova povećava lužnatost okolne morske vode putem njihovih probavnih procesa i ispuštanja amonijaka. Time se nadalje olakšava kalcifikacija pridruženih organizama kao što su koralji i vapnenačke alge (Schneider i sur. 2011,2013).

S druge strane, eksperimenti vršeni s *Holothuria atra* nisu pokazali povećanu sposobnost puferiranja morske vode zbog proizvodnje respiratornog CO_2 od strane te vrste (Vidal-Ramirez i Dove, 2016). Izgleda da se učinci trpova na kemiju morske vode razlikuju značajno među vrstama. Vjerojatno djeluju samo na lokalnoj razini i tamo gdje je protok vode malen. Usprkos tome, oslobađanje amonijaka potencijalno čini izvor hranjivih tvari za zooksantele (endosimbionte koralja grebenotvoraca) (Purcell i sur. 2016).

Porast kiselosti oceana zbog antropogenih emisija CO_2 (Kleypas i sur. 1999) umanjuje sposobnost kalcifikatora za proizvodnju CaCO_3 i rezultira značajnim smanjenjem kalcifikacije grebena (Hoegh-Guldberg i sur. 2007, De'ath i sur. 2009, Silverman i sur. 2009, Veron i sur. 2009, Fabricius i sur., 2014). To je velika prijetnja integritetu koraljnih grebena i ogromnoj raznolikosti vrsta i lokalnih ljudskih zajednica koje ovise o tim ekosustavima (Bellwood i sur., 2004, Hoegh-Guldberg i sur. 2007, Dove i sur. 2013). Potrebna su istraživanja kako bi se

dodatno razumjeli doprinosi različitih vrsta trpova. Takva istraživanja omogućit će nam da u potpunosti razumijemo doprinos metabolizmu u zajednici i njihovu potencijalnu ulogu u povećanju lokalnog alkaliteta za potporu kalcifikacije grebena.



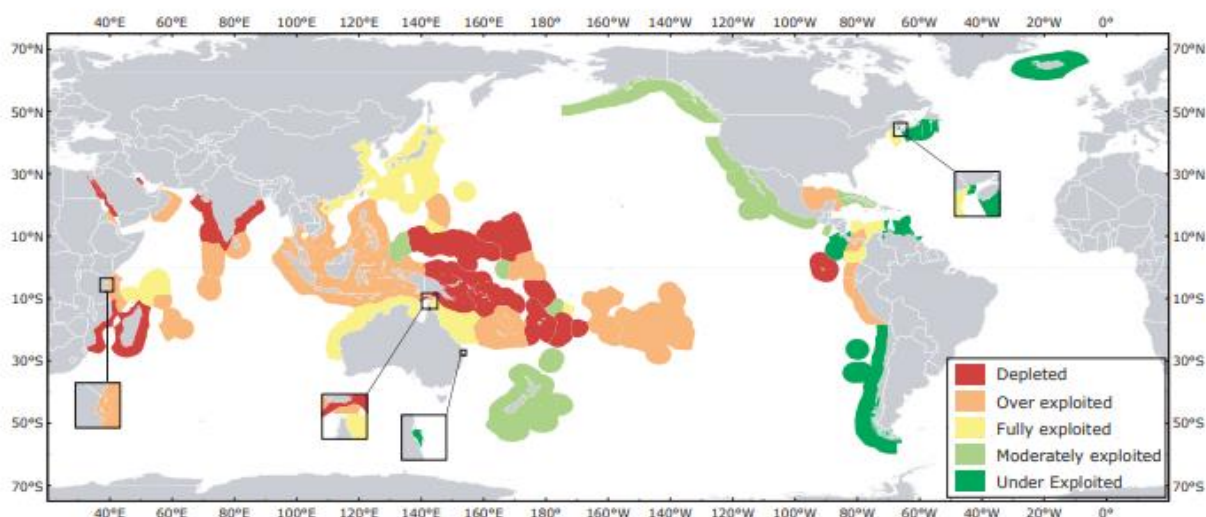
Slika 2. – Shematski prikaz utjecaja trpova na kemiju lokalne vode

3. Iskorištavanje trpova u svijetu

Komercijalno eksploatirani trpovi, koji pripadaju redovima Aspidochirotida i Dendrochiroptida, omogućuju prihode milijunima ribara i ribolovnoj industriji u svijetu te predstavljaju važnu namirnicu i specijalitet. Najcjenjeniji su u Indo – pacifičkoj regiji zemalja, dakle u Filipinima, Maleziji, Japanu, Koreji, Kini, Hong Kongu, Singapuru i Taiwanu. Trpovi se na području Kine i drugih azijskih zemalja stoljećima jedu zbog hranjivih i ljekovitih vrijednosti. Trpovima se obično prije izvoza na azijska tržišta odstranjuje utroba, kuhaju se i suše. Tako osušen proizvod se zove “beche-de-mer”, “trepang” ili “haishen”(Chen, 2004). Masa suhog proizvoda iznosi oko 10% mase svježeg trpa, a dužina trepanga iznosi 50% ili manje od dužine prije prerade. Budući su trpovi luksuzna hrana te očito koriste u liječenju, malo je vjerojatno da će se globalno tržište s vremenom smanjiti, pogotovo ako kupovna moć u Kini bude rasla (Toral-Granda i sur.2007).

Sakupljanje trpova za opskrbu tržišta dovelo je do osiromašenja tog resursa u tradicionalnim ribolovnim područjima u blizini Azije, a u novije vrijeme se ta djelatnost i trend širi po cijelom svijetu. Trenutno postoji intenzivna stopa sakupljanja trpova pogotovo u udaljenim područjima Pacifika, području otočja Galapagos, Čilea i Rusije (Toral-Granda i sur.2007). Ribolov trpova usmjeren je na veliku raznolikost vrsta, što povećava složenost izvješćivanja o upravljanju i trgovanju. Većina vrsta trpova izvozi se za potrebe tržišta *beche-de-mer* i nekoliko vrsta iskorištava se za potrebe akvarijskog tržišta, za koje postoji veliki deficit u izvješćivanju. Razvija se i tržište za upotrebu trpova u farmaceutskoj, nutricionističkoj i kozmetičkoj industriji. Vrsta ribarstva varira s regijom i vrstama koje se eksploatiraju.

Većini svjetskog ulova doprinosi ulov na tropskim područjima u koje je uključeno oko 10 do 35 vrsta s različitim biološkim i ekološkim značajkama. To je obično izlov manjeg obima na način da se trpovi sakupljaju uglavnom hodanjem ili roneći u plitkoj vodi. Dio sakupljenih trpova se konzumira na područjima izlova, ali se većina kuha, suši i izvozi u distribucijske centre u Aziji. Prekomjerni izlov koji se obavlja na mnogim tropskim područjima doveo je do smanjenja stoka te se sakupljanje prebacilo na manje vrijedne vrste, što je dovelo do daljnjeg smanjenja stoka. Kolaps stoka je doveo do zabrane sakupljanja na ugroženim područjima. Suprotno ovome, većina izlova trpova na umjerenim područjima je industrijalizirana, bazira se na pojedinim vrstama, te uključuje veće brodove i alate kojima se trpovi sakupljaju iz većih dubina (Toral-Granda i sur.2007).



Slika 3. – Globalni pregled intenziteta izlovljavanja trpova

Ovakav globalni pregled pokazuje da su zalihe trpova pod ribolovnim pritiskom u mnogim dijelovima svijeta i zahtijevaju učinkovite mjere očuvanja. Unatoč nedostatku planova upravljanja na većini lovnih područja, usvojene su neke mjere upravljanja kako bi se regulirao ribolovni pritisak, uključujući lovostaje, minimalne veličine, ukupan dopušteni ulov, ograničenja opreme, prostorna i vremenska ograničenja te uspostavu zaštićenih morskih područja. Međutim, nedostatak sposobnosti za provedbu navedenih mjera predstavlja znatna ograničenja u pogledu učinkovitosti istih mjera upravljanja. Nedostatak provođenja i usklađenosti zajednički je nazivnik većine ribolovnih industrija, a još je popraćen neprijavljenim i nereguliranim ribolovom i trgovinom trpova (Purcell i sur. 2013).

Utvrđene su brojne dodatne prijetnje za populacije trpova širom svijeta, uključujući globalno zagrijavanje, uništavanje staništa, neodržive ribolovne prakse (npr. miniranje), razvoj ribolova s malo ili nimalo informacija o biologiji i ekologiji vrsta, nedostatak prirodnog oporavka nakon prekomjernog iskorištavanja. Ilegalno, neregulirano i neprijavljeno ribarstvo predstavlja neizravnu prijetnju, jer potiče neodržive prakse i društveno - ekonomsku potražnju. Kritični status ribarstva morskih trpova u svijetu popraćen je različitim čimbenicima, uključujući nedostatak financijskih i tehničkih kapaciteta za prikupljanje osnovnih znanstvenih informacija za podršku planovima upravljanja, slabi nadzor, nedostatak političke volje i društveno - ekonomski pritisak koji provode zajednice koje se oslanjaju na ovakav ribolov kao važan izvor prihoda. Izlov trpova za opskrbu rastuće međunarodne potražnje za beche-de-mer ugrožava mnoge vrste pripadajućeg razreda. Sveprisutni trend prekomjernog izlova, kao i primjeri lokalnih gospodarskih izumiranja, poziva na hitne mjere za očuvanje biološke raznolikosti (Purcell i sur. 2013).

4. Iskorištavanje trpova na području Sredozemnog mora

Komercijalne vrste trpova u Egejskom moru, Sredozemnom moru i Mramornom moru uglavnom se u ne konzumiraju u zemljama Sredozemlja već se izvoze u azijske zemlje. Prelov stokova trpova na Indo-Pacifiku je rezultirao povećanjem ulova na području Sredozemnog mora te sjeveroistočnog Atlantika. Smatra se da je 37 vrsta obitelji Holothuriidae pronađena na području Sredozemlja (Fischer i sur. 1987). Prije 2002. godine nije bilo postojećih propisa o izlovu komercijalnih trpova. Godine 2002. uspostavljen je propis kojim se zabranjuje ribolov trpova tijekom razdoblja razmnožavanja kako bi se zaštitile njihove zalihe. Međutim, postoji relativno mala količina informacija o postojećim zalihama odnosno abundanciji trpova.

U Grčkoj se *Holothuria tubulosa* lovi rukom ili pomoću kukica i već se određeni period koristi kao mamac u ribolovu. Na području Grčke ovakva vrsta eksploatacije nije pod službenom kontrolom, a preliminarne studije pokazale su kako takav način gospodarenja vrstom utječe na pad brojnosti prirodnih populacija (Antoniadou i Vafidis, 2011) . Naime, to je vrlo zabrinjavajuća činjenica budući da je *H. tubulosa* tzv. inženjer ekosustava zbog svojih brojnih funkcija: bioturbacija sedimenta, stabiliziranje bakterijske zajednice, način prehrane (detritivor), povratak nutrijenata u iskoristive u oblike i sl.

U Turskoj je izlov trpova započeo 1996., a danas ima totalnu godišnju produkciju od 550 000 kg, od čega 80% ulova pripada *H. polii* and 20% *H. tubulosa* i *H. mammata* (González-Wangüemert i sur. 2014, 2015). Vrsta *Stichopus regalis* bila je eksploatirana samo u godinama 1996. i 1997. Eksploatacija i "industrija" trpova zaustavljena od 1998. do 2001. godine. Glavnim razlogom smatra se ograničena potražnja tijekom niskog proizvodnog razdoblja. Danas zakon dopušta ribarima da skupljaju trpove ronjenjem tijekom cijele godine, osim u periodu od 1. kolovoza do 15. rujna. (Aydin, 2008).

U Španjolskoj je izlov usmjeren na vrstu *Parastichopus regalis* (Ramón i sur. 2010) . Negativni efekti prelova vrste su zabilježeni na području Katalonije (Maggi i González-Wangüemert, 2015). Osim ove vrste, u Španjolskoj se sakupljaju i sljedeće vrste: *Holothuria tubulosa*, *Holothuria forskali*, *Holothuria mammata* i *Holothuria arguinensis*. Proizvodi se izvoze u Kinu. Donesen je zakon kojim se kontrolira ulov vrste *Holothuria forskali* na području Galicije (sjeverozapadna Španjolska), premda izlov trpova nije reguliran u većini španjolskih pokrajina.

U Portugalu se uglavnom prodaju sljedeće vrste trpova: *Holothuria arguinensis*, *Holothuria sanctori*, *Holothuria forskali* i *Holothuria mammata*. Postoji i zakon koji se odnosi na trpove, ali uključuje samo vrste *Holothuria forskali*, *Parastichopus regalis* and *Mesothuria intestinalis*. Zabranjen je njihov izlov u zaštićenim područjima.

5. Iskorištavanje trpova na području Jadrana

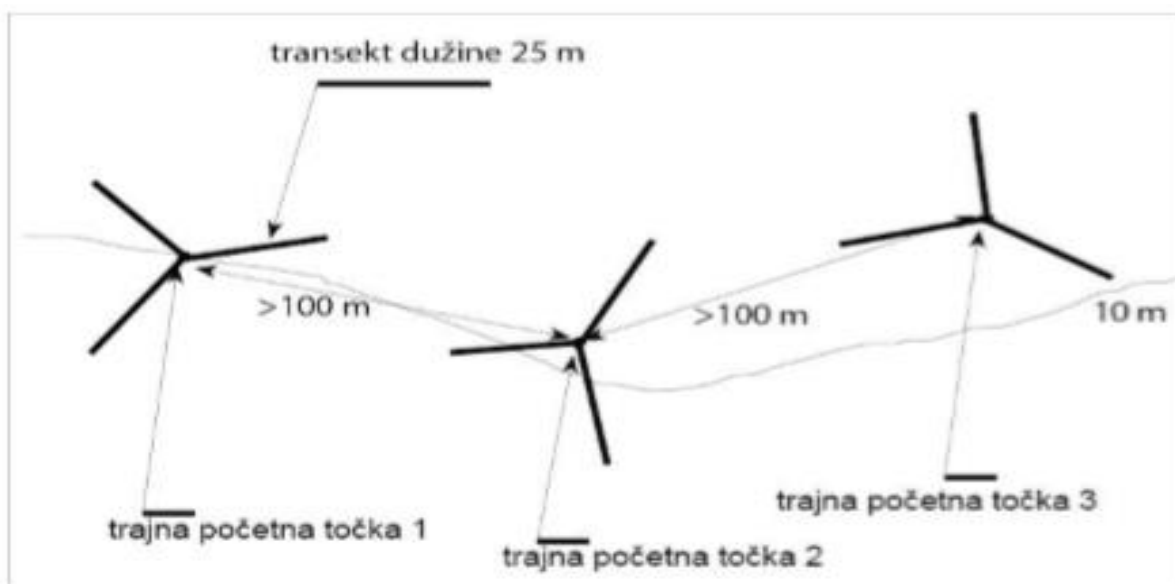
Početkom prošlog stoljeća, „morski krastavci“ su, osim što su bili delikatesa u Aziji, postali i dio ishrane Europljana, a jedan od opskrbljivača novog tržišta bila je i Istra gdje su se trpovi sakupljali, prerađivali i konzervirali. U tridesetim godinama prošlog stoljeća, javlja se briga o potencijalnoj ugroženosti te skupine organizama i nedovoljnom znanju o ovim životinjama da bi se izlov dozvolio, te se uvode prvi lovostaji za vrijeme razmnožavanja (kasno ljeto).

U Jadranu se tijekom Domovinskog rata ponovno javlja interes za izlov. Zbog nekontroliranog izlovljavanja koje se bilježilo diljem Jadrana u 2000-tima, sve vrste trpova (njih 36) su se našle na listi zaštićenih vrsta u Jadranu 2009. tj. bilo je dopušteno njihovo korištenje na način i u količini da se ne ugrožavaju njihove populacije na državnoj ili na lokalnoj razini. Od 2006. godine, bilježi se porast u broju zahtjeva za komercijalno sakupljanje trpova, sve do 2018. Premda su postojale kvote i propisi, ilegalno sakupljanje zabilježeno je na brojnim područjima. Prema preporuci Hrvatske agencije za okoliš i prirodu (HAOP) u sezoni 2017./2018. niti jedan zahtjev nije odobren. Najnovijim Pravilnikom o sakupljanju zavičajnih divljih vrsta (NN 114/17) iz 2017. kao i Pravilnikom o lovostaju trpova (NN 29/18) zabranjeno je sakupljanje svih vrsta trpova.

Budući ne postoji dovoljno podataka o biologiji i ekologiji trpova, te njihovoj rasprostranjenosti u obalnom području Republike Hrvatske, prije eventualnog izdavanja dozvola za njihovo izlovljavanje potrebno je provesti detaljna znanstvena istraživanja.

6. Metodologija praćenja stanja trpova

Za praćenje stanja trpova duž hrvatske obale izabrano je 13 lokaliteta. Lokaliteti su odabrani uzevši u obzir razne varijable, od kojih je najbitnija da na području ispitivanja postoji relativno mala podložnost komercijalnom izlovu.



Lokaliteti	Koordinate	
	širina	dužina
Mlini	42.619766°	18.207828°
Lovište	43.035523°	17.010431°
Baška Voda	43.350660°	16.948934°
Podstrana	43.480664°	16.553718°
Vodice	43.724400°	15.827263°
Kornat	43.815603°	15.290907°
Pakoštane	43.898410°	15.512290°
Petrčane	44.172735°	15.171234°
Novalja	44.572541°	14.855406°
Lošinj	44.602108°	14.390876°
Medulin	44.797398°	13.953793°
Barbariga	44.983309°	13.752335°
Malinska	45.127653°	14.524226°

Tablica 2. – Lokaliteti za koje je predloženo praćenje stanja trpova

Slika 4. – Shema transekata

Praćenje stanja populacija trpova se obavlja na dnu dubine između 5 i 15 m. Na svakom od predviđenih lokaliteta potrebno je odabrati tri trajne početne točke međusobno udaljene minimalno 100 m. Ove početne točke služit će kao polazište za buduće monitoringe i stoga trebaju imati preciznu poziciju definiranu GPS koordinatama. Početne točke trebaju biti odabrane na pjeskovitom ili pjeskovito muljevitom dnu, ili ravnom stjenovitom dnu prekrivenom tankim slojem sedimenta. Idealno je da na dnu nije razvijena makrovegetacija.

Svaka od točaka je polazište za tri transektu dužine 25 m koji se pružaju u proizvoljnim smjerovima. Početne točke se odabiru neposredno na terenu te moraju, vezano uz tip morskoga dna i dubinu, zadovoljavati iste značajke.

Mjerenja obavljaju dva ili tri ronioca. Svaki ronilac postavlja transekt (geodetski metar) dužine 25 m u svome smjeru te roni paralelno, prvo uz desnu stranu transektu, a potom uz lijevu i u širini od otprilike 2 m mjeri dužinu trpova (s preciznošću od 1 cm) i bilježi kojoj vrsti trp pripada. Mjerenje dužine obavlja se ravnalom dužine 40 cm. Dužinske oznake mogu biti označene i na bočnoj strani ploče za pisanje koja se tako može koristiti umjesto ravnala. Potrebno je upisati početnu i krajnju dubinu transektu i kratki opis supstrata (npr. pjeskovito dno, 50% *Cymodocea* uzduž transektu). Kad svi ronioci evidentiraju obje strane transektu od 25 m, isti postupak ponavljaju na još dvije točke (ukupno tri točke), a da je svaka međusobno udaljena 100 m.

Primjer označavanja na transektu te korištenja skraćenica: H - *Holothuria tubulosa* i *Holothuria mammata*; HP - *Holothuria poli*; HF - *Holothuria forskali*; OP - *Ocnus planci*; PR - *Parastichopus regalis*; U - uginula jedinka (npr. HU):

Na ploči ronioca A:

Početna točka 1. Transekt 1A (A označava da je napravio ronilac A)

Početak 10 m, Kraj 12 m

H25; H11; H20; F15; HP17 (Slovo predstavlja vrstu, a broj dužinu u cm)

Supstrat: pjeskovito dno

Na ploči ronioca B:

Početna točka 1. Transekt 1B (B označava da je napravio ronilac B)

Početak 12 m, Kraj 10 m

H20; OP11; H20; HF15; H20; HF15;

Supstrat: pjeskovito dno

Slika 5. – Primjera bilježenja trpova i karakteristika transektu na pločici

7. Literatura

1. Adyin M (2008) The commercial sea cucumber fishery in Turkey. *Bêche-de-Mer* 28, 40-41
2. Conand, C., Byrne, M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Mar. Fish. Rev.*, 55: 1-13.
3. Domínguez-Godino JA, Slater MJ, Hannon C, González-Wangüermert M (2015) A new species for sea cucumber ranching and aquaculture: Breeding and rearing of *Holothuria arguinensis*. *Aquaculture*
4. Dove, S.G., Kline, D.I., Pantos, O., Angly, F.E., Tyson, G.W. & Hoegh-Guldberg, O. 2013. Future reef decalcification under a business-as-usual CO₂ emission scenario. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, 15342–15347
5. Fernandez-Boan, M., Fernandez, L., Freire, J., 2012. History and management strategies of the sea urchin *Paracentrotus lividus* fishery in Galicia (NW Spain). *Ocean. Coast. Manage.*, 69: 265-272.
6. Habdija I., Primc Habdija B., Radanović I., Špoljar M., Matoničkin Kepčija R., Vujčić Karlo S., Miliša M., Ostojić A., Sertić Perić M. (2011): *Protista-Protozoa, MetazoaInvertebrata*
7. Kleypas, J.A., Buddemeier, R.W., Archer, D., Gattuso, J.P., Langdon, C. & Opdyke, B.N. 1999. Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on coral reefs. *Science* 284, 118–120
8. Purcell, W., S., Conand, C., Uthicke, S., Byrne, M. 2016. Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 54, 367-386
9. Purcell, S.W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.F., Toral-Granda, M.V., Lovatelli, A. & Uthicke, S. 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14, 34–59
10. Purcell, S.W., Samyn, Y. & Conand, C. 2012. Commercially Important Sea Cucumbers of the World. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6*. Rome: FAO
11. Purcell, S., Lautelli, A., Vasconcellos, M., Ye, Y., 2010. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 520, Rome, Italy
12. Reise, K. 2002. Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research* 48, 127–141.

13. Schneider, K., Silverman, J., Woolsey, E., Eriksson, H., Byrne, M. & Caldeira, K. 2011. Potential influence of sea cucumbers on coral reef CaCO₃ budget: a case study at One Tree Reef. *Journal of Geophysical Research G: Biogeosciences* 116, G04032
14. Solan, M., Cardinale, B.J., Downing, A.L., Engelhardt, K.A.M., Ruesink, J.L. & Srivastava, D.S. 2004. Extinction and ecosystem function in the marine benthos. *Science* 306, 1177–1180.
15. Toral – Granda, V., Lovatelli, A., Vasconcellos, M., 2008. Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy
16. <https://morski.hr/2019/01/24/prevelik-izlov-trpova-je-li-ugrozen-ekosustav-jadrana/>
17. Uthicke, S. & Klumpp, D.W. 1997. Ammonium excretion by holothurians enhances production and turnover in benthic diatom communities. In *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama*, H.A. Lessios & I.G. Macintyre (eds). Balboa, Panama: Smithsonian Tropical Research Institute, 873–876
18. Uthicke, S. & Klumpp, D.W. 1998. Microbenthos community production in sediments of a near shore coral reef: seasonal variation and response to ammonium recycled by holothurians. *Marine Ecology Progress Series* 169, 1–11

8. Sažetak

Trpovi su morski organizmi koji su vrlo značajni za ekosustave morskih dna koja nastanjuju i prvenstveno iz tog razloga trend porasta stope izlova trpova predstavlja problem.

Trpovi, na staništima koje naseljavaju, vrše bioturbaciju, pročišćavaju sediment, recikliraju nutrijente i različito, ovisno o vrsti, utječu na kemiju okolne vode. Isto tako sudjeluju u kompleksnim simbiotskim odnosima s mnogim organizmima. Trpovi se tradicionalno koriste u prehrambene svrhe na području Indo – pacifičkih zemalja koje su najveći potražitelji na tržištu. Budući da su se zalihe trpova u tim područjima ekstremno smanjile uslijed prelova, trenutno postoji intenzivacija izlova u ostalim dijelovima svijeta. U području Sredozemnog mora trpovi se sakupljaju uglavnom radi izvoza na azijsko tržište, a predvodnik je Turska. U Hrvatskoj, odnosno u Jadranskom moru također postoji značajan izlov trpova, a problem leži u gotovo nepostojanoj provedbi zakonskih regulacija što se tiče zaštite tih organizama.

9. Summary

Sea cucumbers are marine organisms that play a very important role in marine ecosystems. The mentioned fact is the primary reason why the increasing world catch rate of sea cucumbers is a problem.

Sea cucumbers in their habitats significantly participate in bioturbation, sediment purification, nutrients recycling and affect the chemistry of the surrounding water. They also cooperate in complex symbiotic relationships with many organisms. Sea cucumbers are traditionally used for nutritional purposes in the Indo-Pacific countries, which are their biggest consumers.

Since the sea cucumber stocks are greatly reduced in those regions as a result of overexploitation, there is an intensification of catch rate in other parts of the world. In the Mediterranean Sea, these organism are collected mainly for the purpose of exportation to the Asian market, and Turkey is the leader. In Croatia and Adriatic Sea, significant catch rate is also present and the problem lies in the non-existence of proven legal regulations pertaining to the protection of these organisms.